

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

DECLARATION

I, Hiroshi MURANO of Maruman Building, 11-1, Nishi-Shimbashi 1-chome, Minato-ku, Tokyo, Japan hereby certify that I am a translator of the attached documents and familiar with English, and that the documents are true translation to the best of my knowledge and belief.



This 4th day of March, 2001.

A handwritten signature in black ink, appearing to be "H. Murano", written over a horizontal line.

Hiroshi MURANO

Patent

Attorney's Docket No. 033211-002

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of)
Akifumi KAMIJIMA) Group Art Unit: 2812
Application No.: 09/772,858) Examiner: Unassigned
Filed: January 31, 2001)
For: THIN-FILM PATTERNING METHOD,)
MANUFACTURING METHOD OF)
THIN-FILM DEVICE AND)
MANUFACTURING METHOD OF)
THIN-FILM MAGNETIC HEAD)



CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 033440/2000

Filed: February 10, 2000

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application. Said prior foreign application was referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

By:

Ellen Marcie Emas
Registration No. 32,131

Date: May 9, 2001

P.O. Box 1404
Alexandria, Virginia 22313-1404
(703) 836-6620

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: February 10, 2000

Application Number: 033440/2000

Applicant(s): TDK Corporation

January 19, 2001

Commissioner,
Patent Office

Kozo OIKAWA(Official Seal)

Certificate Issuance No.2000-3112170

[Document]	Application for Patent	
[Reference Number]	01187	
[Filing Date]	February 10, 2000	
[Recipient]	Commissioner, Patent Office	
[IPC Number]	H01L 27/027	
	C23F	4/00
	G11B	5/31
[Inventor(s)]		
[Address]	c/o TDK Corporation	
	1-13-1, Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo	
[Name]	Akifumi KAMIJIMA	
[Applicant]		
[Identification Number]	000003067	
[Name]	TDK Corporation	
[Attorney]		
[Identification Number]	100074930	
[Patent Attorney]		
[Name]	Keiichi YAMAMOTO	
[General Fee]		
[Deposition Account Number]	001742	
[Amount]	21,000 yen	
[List of Attached Document]		
[Document]	Specification	1
[Document]	Drawings	1
[Document]	Abstract	1
[Necessity of Proof]	Necessary	

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 2月10日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-033440

出 願 人

Applicant(s):

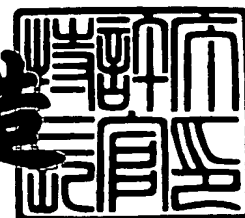
ティーディーケイ株式会社



2001年 1月19日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3112170

【書類名】 特許願

【整理番号】 01187

【提出日】 平成12年 2月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 27/027
C23F 4/00
G11B 5/31

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティーディーケー
株式会社内

【氏名】 上島 聡史

【特許出願人】

【識別番号】 000003067

【氏名又は名称】 ティーディーケー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100074930

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 恵一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001742

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パターニング方法、薄膜デバイスの製造方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 パターニングすべき薄膜の表面に少なくとも 1 つの剥離可能な膜を形成し、収束イオンビームを用いて該少なくとも 1 つの剥離可能な膜及び該パターニングすべき薄膜をパターニングした後、該少なくとも 1 つの剥離可能な膜を除去することを特徴とするパターニング方法。

【請求項 2】 少なくとも 1 つの剥離可能な膜を形成し、収束イオンビームを用いて該少なくとも 1 つの剥離可能な膜をパターニングし、該パターニングした少なくとも 1 つの剥離可能な膜をマスクに用いてパターニングすべき薄膜を成膜した後、該パターニングした少なくとも 1 つの剥離可能な膜を除去することを特徴とするパターニング方法。

【請求項 3】 パターニングすべき第 1 の薄膜の表面に少なくとも 1 つの剥離可能な膜を形成し、収束イオンビームを用いて該少なくとも 1 つの剥離可能な膜及び該パターニングすべき第 1 の薄膜をパターニングし、該パターニングした少なくとも 1 つの剥離可能な膜及び該パターニングした第 1 の薄膜をマスクに用いてパターニングすべき第 2 の薄膜を成膜した後、該パターニングした少なくとも 1 つの剥離可能な膜を除去することを特徴とするパターニング方法。

【請求項 4】 前記少なくとも 1 つの剥離可能な膜が、絶縁性有機膜であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】 前記少なくとも 1 つの剥離可能な膜が、導電性有機膜であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】 前記少なくとも 1 つの剥離可能な膜が、絶縁性有機膜と、該絶縁性有機膜上に形成された導電性膜とを含むことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】 前記導電性膜が、接地されている膜であることを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】 前記導電性膜が、金属膜であることを特徴とする請求項 6 又

は 7 に記載の方法。

【請求項 9】 前記導電性膜が、導電性有機膜であることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の方法。

【請求項 10】 請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のパターニング方法を用いて少なくとも一部の薄膜パターンを形成することを特徴とする薄膜デバイスの製造方法。

【請求項 11】 請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のパターニング方法を用いて少なくとも一部の薄膜パターンを形成することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、収束イオンビーム（FIB）を用いた膜のパターニング方法、薄膜デバイスの製造方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 1 は、FIB を用いて最終的にパターニングすべき薄膜（被パターニング薄膜）を直接パターニングする従来の方法を示す工程図である。

【0003】

まず、同図（A）に示す基板 10 を用意し、その上に、同図（B）に示すように被パターニング薄膜 11 をスパッタリング等によって成膜する。次いで、同図（C）に示すように、FIB により不要部分をエッチング除去することによってパターニングされた薄膜 11' が得られる。

【0004】

このように FIB を用いてパターニングすることにより、マスクレス加工が可能となり、また、微細なパターニング加工の可能性がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、FIB を用いた従来のパターニング方法は、被パターニング薄

膜に直接照射される F I B が、その中心に完全に収束したビームではなくガウス分布状の拡がりを持つビームであることから、エッチングすべきではない上端縁部分等が多少エッチングされてしまい、パターニング加工精度をさほど向上できないという問題を有している。

【 0 0 0 6 】

さらに、F I B を用いた従来のパターニング方法は、そもそも F I B が荷電された G a 等のイオンを被パターニング薄膜に照射するものであることから、この荷電イオンによる帯電で被パターニング薄膜が静電破壊される可能性があるという問題をも有している。

【 0 0 0 7 】

従って本発明の目的は、加工解像度をより高めることができるパターニング方法、薄膜デバイスの製造方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

本発明の他の目的は、被パターニング薄膜が静電破壊によるダメージを受けることを防止できるパターニング方法、薄膜デバイスの製造方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することにある。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、パターニングすべき薄膜（被パターニング薄膜）の表面に少なくとも 1 つの剥離可能な膜を形成し、F I B を用いて少なくとも 1 つの剥離可能な膜及び被パターニング薄膜をパターニングした後、少なくとも 1 つの剥離可能な膜を除去するパターニング方法、このパターニング方法を用いて少なくとも一部の薄膜パターンを形成する薄膜デバイス又は薄膜磁気ヘッドの製造方法が提供される。

【 0 0 1 0 】

被パターニング薄膜上に剥離可能な膜を形成したその上から F I B を行うことにより、F I B にビーム拡がりがあっても、パターン縁部において余分にエッチングされるのは、パターニング後に除去される剥離可能な膜の上端部分のみであ

り、被パターニング薄膜は余分にエッチングされるようなことがなくなる。従って、パターニング加工の解像度を大幅に高めることができ、加工精度が大きく向上する。

【0011】

本発明によれば、さらに、少なくとも1つの剥離可能な膜を形成し、FIBを用いて少なくとも1つの剥離可能な膜をパターニングし、パターニングした少なくとも1つの剥離可能な膜をマスクに用いて被パターニング薄膜を成膜した後、パターニングした少なくとも1つの剥離可能な膜を除去するパターニング方法、このパターニング方法を用いて少なくとも一部の薄膜パターンを形成する薄膜デバイス又は薄膜磁気ヘッドの製造方法が提供される。

【0012】

リフトオフ法で用いられるマスクパターンをFIBを用いてパターニングすれば、光学的にパターニングする場合にそのパターニング寸法の限界が幅0.2 μ m程度であったものをさらに高めることができる。しかも、剥離可能な膜を介してFIBすることにより、FIBにビーム拡がりがあっても、パターン縁部において余分にエッチングされるのは、パターニング後に除去される剥離可能な膜の上端部分のみであり、マスクパターンとして重要なその下端部分は余分にエッチングされるようなことがなくなる。従って、パターニング加工の解像度を大幅に高めることができ、加工精度が大きく向上する。

【0013】

本発明によれば、さらにまた、パターニングすべき第1の薄膜の表面に少なくとも1つの剥離可能な膜を形成し、FIBを用いて少なくとも1つの剥離可能な膜及びパターニングすべき第1の薄膜をパターニングし、パターニングした少なくとも1つの剥離可能な膜及びパターニングした第1の薄膜をマスクに用いてパターニングすべき第2の薄膜を成膜した後、パターニングした少なくとも1つの剥離可能な膜を除去するパターニング方法、このパターニング方法を用いて少なくとも一部の薄膜パターンを形成する薄膜デバイス又は薄膜磁気ヘッドの製造方法が提供される。

【0014】

F I B を用いてパターニングした第 1 の薄膜をリフトオフ法で用いられるマスクパターンとしているので、光学的にパターニングする場合にそのパターニング寸法の限界が幅 $0.2 \mu\text{m}$ 程度であったものをさらに高めることができる。しかも、パターニングすべき第 1 の薄膜上に剥離可能な膜を形成したその上から F I B を行うことにより、F I B にビーム拡がりがあっても、パターン縁部において余分にエッチングされるのは、パターニング後に除去される剥離可能な膜の上端部分のみであり、パターニングすべき第 1 の薄膜は余分にエッチングされるようなことがなくなる。従って、この第 1 の薄膜のパターニング精度が向上することはもちろんのこと、次の第 2 の薄膜のパターニングにおけるマスクパターンとして重要な余分もエッチングされるようなことがなくなるから、マスクパターニング加工の解像度を大幅に高めることができ、第 1 及び第 2 の両薄膜の加工精度が大きく向上する。

【 0 0 1 5 】

少なくとも 1 つの剥離可能な膜が、絶縁性有機膜であるか、又は導電性有機膜であることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

少なくとも 1 つの剥離可能な膜が、絶縁性有機膜と、この絶縁性有機膜上に形成された例えば金属膜又は導電性有機膜のごとき導電性膜との 2 層構造を含むものであることが好ましい。

【 0 0 1 7 】

このような 2 層構造の膜を含むことにより、荷電イオンによる電荷が導電性膜へ逃げるため、被パターニング薄膜が帯電しないので静電破壊発生を効果的に防止することができる。

【 0 0 1 8 】

上述した導電性膜が接地された膜であれば、電荷が接地側へ逃げるため、より確実な静電破壊防止効果を期待することができる。

【 0 0 1 9 】

【 発 明 の 実 施 の 形 態 】

図 2 は本発明の一実施形態におけるパターニング方法を示す工程図である。こ

の実施形態は、F I Bによって被パターニング薄膜を直接的にパターニングする方法である。被パターニング薄膜としては、薄膜デバイスのいかなる膜であっても良い。薄膜磁気ヘッドにおいては、例えば、磁極を形成する薄膜、磁気抵抗効果素子を構成する薄膜又は多層膜等がある。

【0020】

同図（A）に示すように、まず、基板又はパターニングすべき薄膜の下層となる層20を用意し、その上に、同図（B）に示すように被パターニング薄膜21をスパッタリング等によって成膜する。

【0021】

次いで、同図（C）に示すように、剥離可能な膜として例えば絶縁性有機膜22をその上に塗布し、さらに、同図（D）に示すように、その上に導電性膜23をスパッタリング又は塗布等により成膜する。

【0022】

その後、同図（E）に示すように、F I Bにより不要部分をエッチング除去することによってパターニングされた導電性膜23'、パターニングされた絶縁性有機膜22'及びパターニングされた薄膜21'が得られる。次いで、有機溶剤等によって、パターニングされた絶縁性有機膜22'を溶融し、これをその上の導電性膜23'と共に除去することによって、同図（F）に示すようなパターニングされた薄膜21'が得られる。

【0023】

なお、剥離可能な膜としては、塗布等により薄膜化できかつ有機溶剤に溶けるものであれば絶縁性有機膜に限定されないことは明らかである。例えば、後述するように、導電性有機膜であっても良い。

【0024】

絶縁性有機膜22としては、例えばレジスト等の有機樹脂膜があげられる。具体的なレジスト材料としては、ポリグリシジルメタクリレート、グリシジルメタクリレート及びエチルアクリレート重合体、クロロメチル化ポリスチレン、ポリビニルフェノール+アジド化合物、及びノボラック系樹脂+架橋剤+酸発生剤等のネガ型レジスト材料や、ポリメチルメタクリレート、ポリ（ブテン-1-スル

ホン)、ノボラック系樹脂+溶解阻害剤、例えばPMP S (ポリ(2-メチルペンテン-1-スルホン)、ポリ(2, 2, 2-トリフルオロエチル-2-クロロアクリレート)、アルファメチルスチレン及びアルファクロロアクリル酸の共重合体、及びノボラック系樹脂+キノンジアジド等のポジ型レジスト材料等がある。

【0025】

導電性膜23としては、金属膜又は導電性有機膜があげられる。金属膜としては、あらゆる種類の金属材料が適用可能である。具体的な導電性有機膜材料としては、ポリ(イソチアナフテンジイルスルホネート)、TCNQ鎖体+ポリマー、ポリ(3-チエニルアルカンスルホン酸化合物)、及びスルホン化ポリアニリンのアンモニア塩等がある。また、導電性膜23としてカーボンを用いても良い。

【0026】

上述したように、本実施形態によれば、剥離可能な膜である絶縁性有機膜22と導電性膜23との2層を被パターンニング薄膜21上に成膜してからFIBを行っているため、FIBにビーム拡がりがあっても、パターン縁部において余分にエッチングされるのは、パターンニング後に除去される絶縁性有機膜22の上端部分のみであり、被パターンニング薄膜21は余分にエッチングされるようなことがなくなるから、パターンニング加工の解像度を大幅に高めることができ、加工精度が大きく向上する。さらに、絶縁性有機膜22の上に導電性膜23が設けられているため、FIBの荷電イオンによる電荷が面積の大きいこの導電性膜23側へ逃げるので被パターンニング薄膜21が帯電することはなくなり、この被パターンニング薄膜21の静電破壊を効果的に防止することができる。

【0027】

また、導電性膜23が接地された膜であれば、電荷が接地側へ逃げるため、より確実な静電破壊防止効果を期待することができる。

【0028】

なお、図2の実施形態においては、被パターンニング薄膜21上に絶縁性有機膜22及び導電性膜23の2層を積層してFIBを行っているが、これら2層に加

えてさらなる膜を設けて F I B を行っても良い。また、絶縁性有機膜又は例えば導電性有機膜のごとき剥離可能な導電性膜の単層を積層して F I B を行っても良い。ただし、後者の場合は、静電破壊防止効果は期待できない。

【 0 0 2 9 】

図 3 は本発明の他の実施形態におけるパターニング方法を示す工程図である。この実施形態は、リフトオフ法におけるマスクを F I B によってパターニングする方法である。被パターニング薄膜としては、薄膜デバイスのいかなる膜であっても良い。薄膜磁気ヘッドにおいては、例えば、磁気抵抗効果素子の縦バイアス膜、リード導体膜等がある。

【 0 0 3 0 】

同図 (A) に示すように、まず、基板又はパターニングすべき薄膜の下層となる層 3 0 を用意し、その上に、同図 (B) に示すように、剥離可能な膜として例えば絶縁性有機膜 3 2 をその上に塗布し、さらに、同図 (C) に示すように、その上に導電性膜 3 3 をスパッタリング又は塗布等により成膜する。

【 0 0 3 1 】

その後、同図 (D) に示すように、F I B により不要部分をエッチング除去することによってパターニングされた導電性膜 3 3 ' 及びパターニングされた絶縁性有機膜 3 2 ' が得られる。

【 0 0 3 2 】

次いで、同図 (E) に示すように、これらパターニングされた導電性膜 3 3 ' 及びパターニングされた絶縁性有機膜 3 2 ' をマスクとして、パターニングすべき薄膜 3 4 をスパッタリング等によって成膜する。

【 0 0 3 3 】

次いで、通常のリフトオフ法と同様に、有機溶剤等によってマスクパターンを除去する、即ちパターニングされた絶縁性有機膜 3 2 ' を溶融し、これをその上の導電性膜 3 3 ' と共に除去することによって、同図 (F) に示すようなパターニングされた薄膜 3 4 ' が得られる。

【 0 0 3 4 】

なお、剥離可能な膜としては、塗布等により薄膜化できかつ有機溶剤に溶ける

ものであれば絶縁性有機膜に限定されないことは明らかである。例えば、後述するように、導電性有機膜であっても良い。

【 0 0 3 5 】

絶縁性有機膜 3 2 としては、例えばレジスト等の有機樹脂膜があげられる。具体的なレジスト材料としては、ポリグリシジルメタクリレート、グリシジルメタクリレート及びエチルアクリレート重合体、クロロメチル化ポリスチレン、ポリビニルフェノール+アジド化合物、及びノボラック系樹脂+架橋剤+酸発生剤等のネガ型レジスト材料や、ポリメチルメタクリレート、ポリ（ブテン-1-スルホン）、ノボラック系樹脂+溶解阻害剤、例えば P M P S（ポリ（2-メチルペンテン-1-スルホン）、ポリ（2, 2, 2-トリフルオロエチル-2-クロロアクリレート）、アルファメチルスチレン及びアルファクロロアクリル酸の共重合体、及びノボラック系樹脂+キノンジアジド等のポジ型レジスト材料等がある。

【 0 0 3 6 】

導電性膜 3 3 としては、金属膜又は導電性有機膜があげられる。金属膜としては、あらゆる種類の金属材料が適用可能である。具体的な導電性有機膜材料としては、ポリ（イソチアナフテンジイルスルホネート）、T C N Q 鎖体+ポリマー、ポリ（3-チエニルアルカンスルホン酸化合物）、及びスルホン化ポリアニリンのアンモニア塩等がある。また、導電性膜 3 3 としてカーボンを用いても良い。

【 0 0 3 7 】

上述したように、本実施形態によれば、剥離可能な膜である絶縁性有機膜 3 2 と導電性膜 3 3 との 2 層を成膜してから F I B を行っているため、F I B にビーム拡がりがあっても、パターン縁部において余分にエッチングされるのは、パターンニング後に除去される絶縁性有機膜 3 2 の上端部分のみであり、マスクパターンとして重要なその下端部分は余分にエッチングされるようなことがなくなるから、マスクパターンニング加工の解像度を大幅に高めることができ、加工精度が大きく向上する。さらに、絶縁性有機膜 3 2 の上に導電性膜 3 3 が設けられているため、F I B の荷電イオンによる電荷が面積の大きいこの導電性膜 3 3 側へ逃げ

るので基板 3 0 が帯電することはなくなり、この基板 3 0 上に存在する他の薄膜の静電破壊を効果的に防止することができる。

【 0 0 3 8 】

また、導電性膜 3 3 が接地された膜であれば、電荷が接地側へ逃げるため、より確実な静電破壊防止効果を期待することができる。

【 0 0 3 9 】

なお、図 3 の実施形態においては、基板 3 0 上に絶縁性有機膜 3 2 及び導電性膜 3 3 の 2 層を積層して F I B を行っているが、これら 2 層に加えてさらなる膜を設けて F I B を行っても良い。また、絶縁性有機膜又は例えば導電性有機膜のごとき剥離可能な導電性膜の単層を積層して F I B を行っても良い。ただし、後者の場合は、静電破壊防止効果は期待できない。

【 0 0 4 0 】

図 4 は本発明のさらに他の実施形態におけるパターニング方法を示す工程図である。この実施形態は、リフトオフ法におけるマスクを F I B によってパターニングする方法である。被パターニング薄膜としては、薄膜デバイスのいかなる膜であっても良い。薄膜磁気ヘッドにおいては、例えば、磁気抵抗効果素子の縦バイアス膜、リード導体膜等がある。

【 0 0 4 1 】

同図 (A) に示すように、まず、基板又はパターニングすべき薄膜の下層となる層 4 0 を用意し、その上に、同図 (B) に示すように、剥離可能な膜として例えば絶縁性有機膜 4 2 をその上に塗布し、さらに、同図 (C) に示すように、その上に導電性膜 4 3 をスパッタリング又は塗布等により成膜する。

【 0 0 4 2 】

その後、同図 (D) 及び (E) に示すように、F I B により不要部分をエッチング除去する。特に本実施形態では、F I B の際に、ビームに対して基板 4 0 を傾けてエッチングすることによって、パターニングされた導電性膜 4 3 ' 及びパターニングされた絶縁性有機膜 4 2 ' の側面形状が逆テーパ状 (逆台形状) となっている。

【 0 0 4 3 】

次いで、同図（F）に示すように、これらパターニングされた導電性膜 4 3 ' 及びパターニングされた絶縁性有機膜 4 2 ' をマスクとして、パターニングすべき薄膜 4 4 をスパッタリング等によって成膜する。

【 0 0 4 4 】

次いで、通常のリフトオフ法と同様に、有機溶剤等によってマスクパターンを除去する、即ちパターニングされた絶縁性有機膜 4 2 ' を溶融し、これをその上の導電性膜 4 3 ' と共に除去することによって、同図（G）に示すようなパターニングされた薄膜 4 4 ' が得られる。

【 0 0 4 5 】

本実施形態における、適用可能な材料、作用効果、及び変更態様等は、図 3 の実施形態の場合と同様である。

【 0 0 4 6 】

図 5 は本発明のまたさらに他の実施形態におけるパターニング方法を示す工程図である。この実施形態は、F I B によって被パターニング薄膜を直接的にパターニングする方法とリフトオフ法との併用方法である。パターニングすべき薄膜としては、薄膜デバイスのいかなる膜であっても良い。薄膜磁気ヘッドにおいては、例えば、磁気抵抗効果素子を構成する薄膜又は多層膜、磁気抵抗効果素子の縦バイアス膜、リード導体膜等がある。

【 0 0 4 7 】

同図（A）に示すように、まず、基板又はパターニングすべき薄膜の下層となる層 5 0 を用意し、その上に、同図（B）に示すように、パターニングすべき第 1 の薄膜 5 1 をスパッタリング等によって成膜する。

【 0 0 4 8 】

次いで、同図（C）に示すように、剥離可能な膜として例えば絶縁性有機膜 5 2 をその上に塗布し、さらに、同図（D）に示すように、その上に導電性膜 5 3 をスパッタリング又は塗布等により成膜する。

【 0 0 4 9 】

その後、同図（E）に示すように、F I B により不要部分をエッチング除去することによってパターニングされた導電性膜 5 3 ' 、パターニングされた絶縁性

有機膜 5 2 ' 及びパターニングされた第 1 の薄膜 5 1 ' が得られる。

【 0 0 5 0 】

次いで、同図 (F) に示すように、これらパターニングされた導電性膜 5 3 ' 、パターニングされた絶縁性有機膜 5 2 ' 及びパターニングされた第 1 の薄膜 5 1 ' をマスクとして、パターニングすべき第 2 の薄膜 5 4 をスパッタリング等によって成膜する。

【 0 0 5 1 】

次いで、通常のリフトオフ法と同様に、有機溶剤等によってマスクパターンを除去する、即ちパターニングされた絶縁性有機膜 5 2 ' を溶融し、これをその上の導電性膜 5 3 ' と共に除去することによって、同図 (G) に示すようなパターニングされた第 1 の薄膜 5 1 ' 及びパターニングされた第 2 の薄膜 5 4 ' が得られる。

【 0 0 5 2 】

なお、剥離可能な膜としては、塗布等により薄膜化できかつ有機溶剤に溶けるものであれば絶縁性有機膜に限定されないことは明らかである。例えば、後述するように、導電性有機膜であっても良い。

【 0 0 5 3 】

絶縁性有機膜 5 2 としては、例えばレジスト等の有機樹脂膜があげられる。具体的なレジスト材料としては、ポリグリシジルメタクリレート、グリシジルメタクリレート及びエチルアクリレート重合体、クロロメチル化ポリスチレン、ポリビニルフェノール+アジド化合物、及びノボラック系樹脂+架橋剤+酸発生剤等のネガ型レジスト材料や、ポリメチルメタクリレート、ポリ (ブテン-1-スルホン) 、ノボラック系樹脂+溶解阻害剤、例えば P M P S (ポリ (2-メチルペンテン-1-スルホン)) 、ポリ (2, 2, 2-トリフルオロエチル-2-クロロアクリレート) 、アルファメチルスチレン及びアルファクロロアクリル酸の共重合体、及びノボラック系樹脂+キノンジアジド等のポジ型レジスト材料等がある。

【 0 0 5 4 】

導電性膜 5 3 としては、金属膜又は導電性有機膜があげられる。金属膜として

は、あらゆる種類の金属材料が適用可能である。具体的な導電性有機膜材料としては、ポリ（イソチアナフテンジイルスルホネート）、TCNQ鎖体＋ポリマー、ポリ（３－チエニルアルカンスルホン酸化合物）、及びスルホン化ポリアニリンのアンモニア塩等がある。また、導電性膜５３としてカーボンを用いても良い。

【 0 0 5 5 】

上述したように、本実施形態によれば、パターニングすべき第１の薄膜５１上に剥離可能な膜である絶縁性有機膜５２と導電性膜５３との２層を成膜してからＦＩＢを行っているため、ＦＩＢにビーム拡がりがあっても、パターン縁部において余分にエッチングされるのは、パターニング後に除去される絶縁性有機膜５２の上端部分のみであり、パターニングすべき第１の薄膜５１は余分にエッチングされるようなことがなくなる。従って、この第１の薄膜５１のパターニング精度が向上することはもちろんのこと、次の第２の薄膜５４のパターニングにおけるマスクパターンとして重要な余分もエッチングされるようなことがなくなるから、マスクパターニング加工の解像度を大幅に高めることができ、第１及び第２の両薄膜の加工精度が大きく向上する。さらに、絶縁性有機膜５２の上に導電性膜５３が設けられているため、ＦＩＢの荷電イオンによる電荷が面積の大きいこの導電性膜５３側へ逃げるのでパターニングすべき第１の薄膜５１が帯電することとはなくなり、その静電破壊を効果的に防止することができる。

【 0 0 5 6 】

また、導電性膜５３が接地された膜であれば、電荷が接地側へ逃げるため、より確実な静電破壊防止効果を期待することができる。

【 0 0 5 7 】

なお、図５の実施形態においては、パターニングすべき第１の薄膜５１上に絶縁性有機膜５２及び導電性膜５３の２層を積層してＦＩＢを行っているが、これら２層に加えてさらなる膜を設けてＦＩＢを行っても良い。また、絶縁性有機膜又は例えば導電性有機膜のごとき剥離可能な導電性膜の単層を積層してＦＩＢを行っても良い。ただし、後者の場合は、静電破壊防止効果は期待できない。

【 0 0 5 8 】

図 6 は本発明のさらに他の実施形態におけるパターニング方法を示す工程図である。この実施形態は、FIB によって被パターニング薄膜を直接的にパターニングする方法とリフトオフ法との併用方法である。パターニングすべき薄膜としては、薄膜デバイスのいかなる膜であっても良い。薄膜磁気ヘッドにおいては、例えば、磁気抵抗効果素子を構成する薄膜又は多層膜、磁気抵抗効果素子の縦バイアス膜、リード導体膜等がある。

【0059】

同図 (A) に示すように、まず、基板又はパターニングすべき薄膜の下層となる層 60 を用意し、その上に、同図 (B) に示すように、パターニングすべき第 1 の薄膜 61 をスパッタリング等によって成膜する。

【0060】

次いで、同図 (C) に示すように、剥離可能な膜として例えば絶縁性有機膜 62 をその上に塗布し、さらに、同図 (D) に示すように、その上に導電性膜 63 をスパッタリング又は塗布等により成膜する。

【0061】

その後、同図 (E) 及び (F) に示すように、FIB により不要部分をエッチング除去する。特に本実施形態では、FIB の際に、ビームに対して基板 60 を傾けてエッチングすることによって、パターニングされた導電性膜 63'、パターニングされた絶縁性有機膜 62' 及びパターニングされた第 1 の薄膜 61' の側面形状が逆テーパ状（逆台形状）となっている。

【0062】

次いで、同図 (G) に示すように、これらパターニングされた導電性膜 63'、パターニングされた絶縁性有機膜 62' 及びパターニングされた第 1 の薄膜 61' をマスクとして、パターニングすべき第 2 の薄膜 64 をスパッタリング等によって成膜する。

【0063】

次いで、通常のリフトオフ法と同様に、有機溶剤等によってマスクパターンを除去する、即ちパターニングされた絶縁性有機膜 62' を溶融し、これをその上の導電性膜 63' と共に除去することによって、同図 (H) に示すようなパター

ニングされた第1の薄膜61'及びパターニングされた第2の薄膜64'が得られる。

【0064】

本実施形態における、適用可能な材料、作用効果、及び変更態様等は、図5の実施形態の場合と同様である。

【0065】

以上述べた実施形態は全て本発明を例示的に示すものであって限定的に示すものではなく、本発明は他の種々の変形態様及び変更態様で実施することができる。従って本発明の範囲は特許請求の範囲及びその均等範囲によってのみ規定されるものである。

【0066】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように本発明によれば、被パターニング薄膜上に剥離可能な膜を形成したその上からFIBを行うことにより、FIBにビーム拡がりがあっても、パターン縁部において余分にエッチングされるのは、パターニング後に除去される剥離可能な膜の上端部分のみであり、被パターニング薄膜は余分にエッチングされるようなことがなくなる。従って、パターニング加工の解像度を大幅に高めることができ、加工精度が大きく向上する。

【0067】

少なくとも1つの剥離可能な膜が、絶縁性有機膜と、この絶縁性有機膜上に形成された例えば金属膜又は導電性有機膜のごとき導電性膜との2層構造を含むものであれば、荷電イオンによる電荷が導電性膜へ逃げるため、被パターニング薄膜が帯電しないので静電破壊発生を効果的に防止することができる。

【0068】

また、導電性膜が接地された膜であれば、電荷が接地側へ逃げるため、より確実な静電破壊防止効果を期待することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

FIBを用いて被パターニング薄膜を直接パターニングする従来の方法を示す

工程図である。

【図 2】

本発明の一実施形態におけるパターニング方法を示す工程図である。

【図 3】

本発明の他の実施形態におけるパターニング方法を示す工程図である。

【図 4】

本発明のさらに他の実施形態におけるパターニング方法を示す工程図である。

【図 5】

本発明のまたさらに他の実施形態におけるパターニング方法を示す工程図である。

【図 6】

本発明のさらに他の実施形態におけるパターニング方法を示す工程図である。

【符号の説明】

2 0、3 0、4 0、5 0、6 0 基板又はパターニングすべき薄膜の下層となる層

2 1、3 4、4 4 パターニングすべき薄膜

2 1'、3 4'、4 4' パターニングされた薄膜

2 2、3 2、4 2、5 2、6 2 絶縁性有機膜

2 2'、3 2'、4 2'、5 2'、6 2' パターニングされた絶縁性有機膜

2 3、3 3、4 3、5 3、6 3 導電性膜

2 3'、3 3'、4 3'、5 3'、6 3' パターニングされた導電性膜

5 1、6 1 パターニングすべき第 1 の薄膜

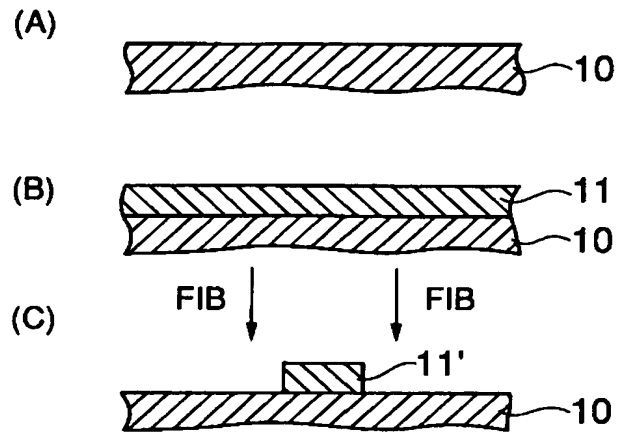
5 1'、6 1' パターニングされた第 1 の薄膜

5 4、6 4 パターニングすべき第 2 の薄膜

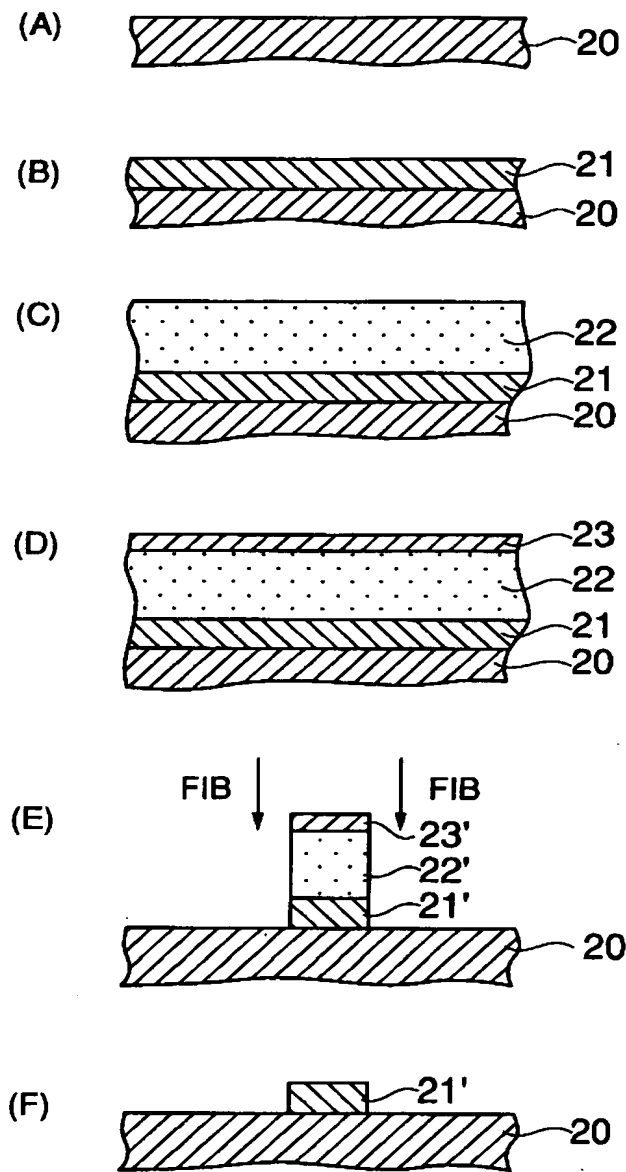
5 4'、6 4' パターニングされた第 2 の薄膜

【書類名】 図面

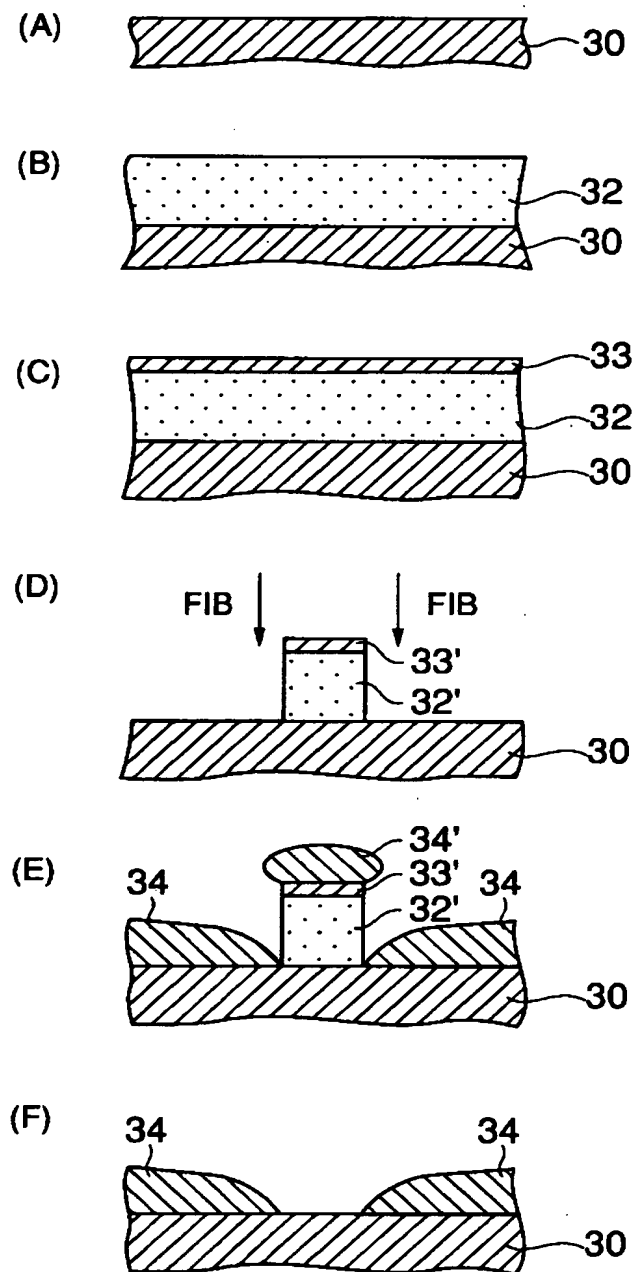
【図 1】



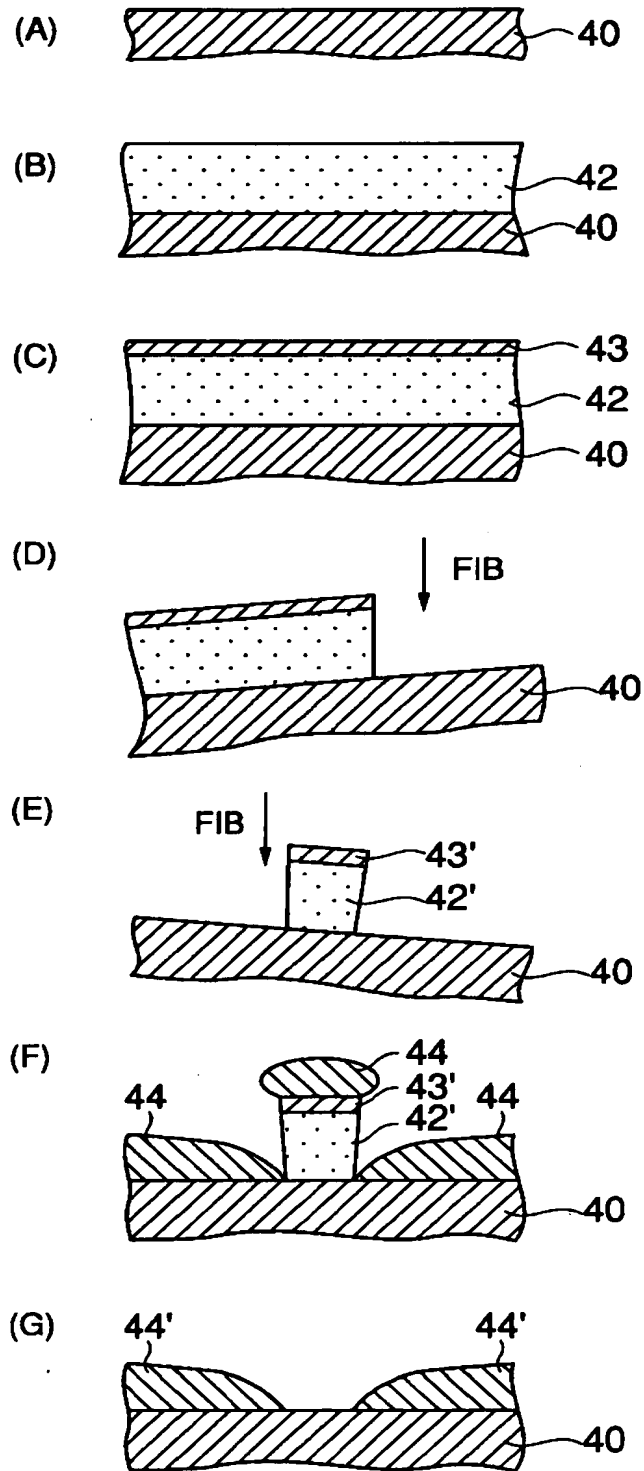
【図 2】



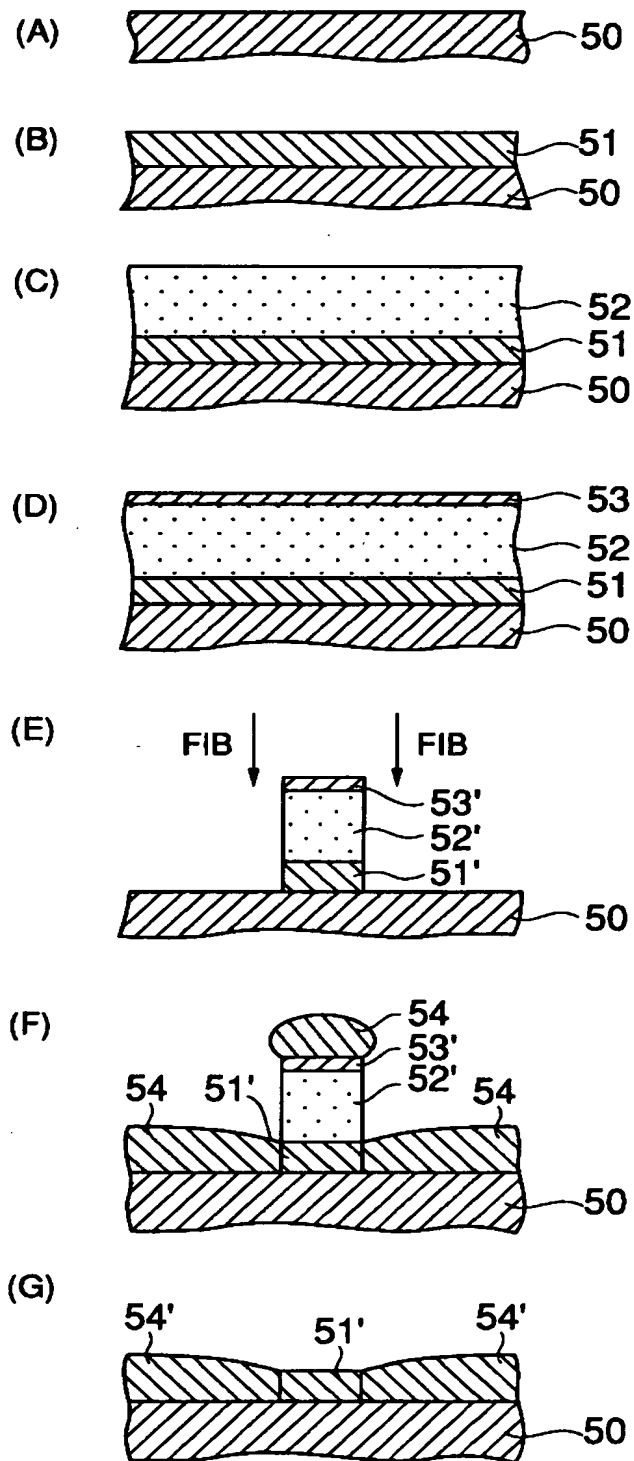
【図 3】



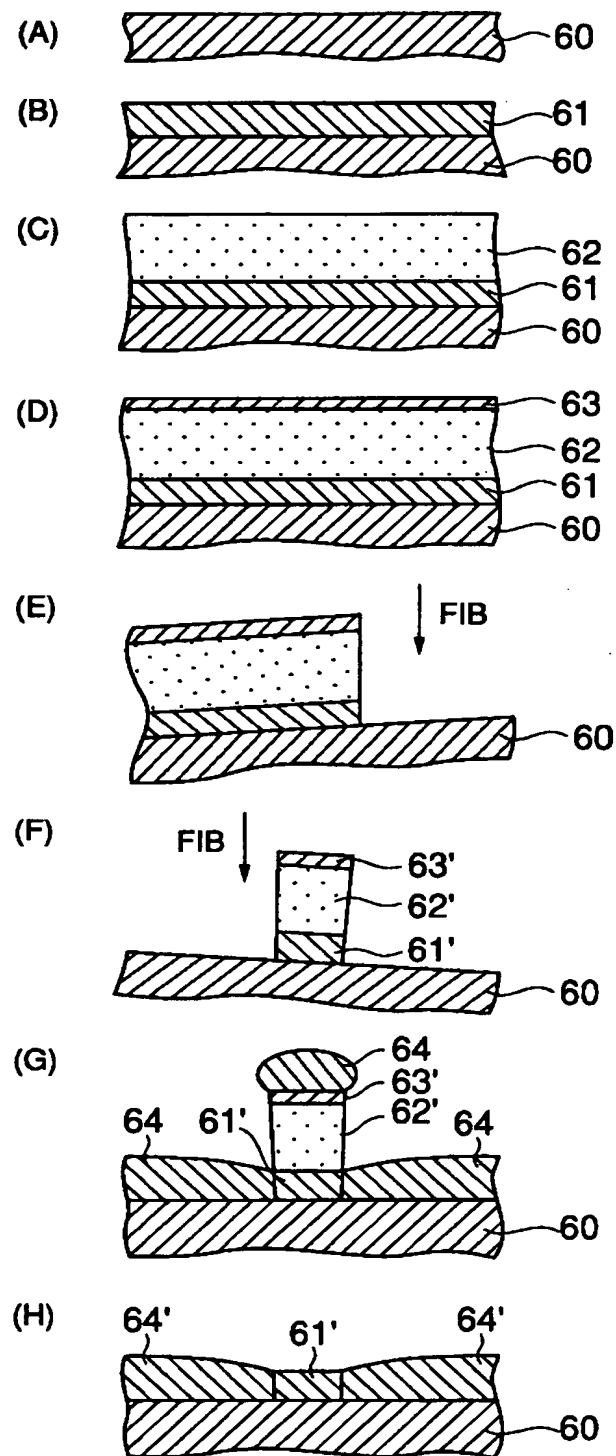
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 加工解像度をより高めることができるパターニング方法、薄膜デバイスの製造方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】 パターニングすべき薄膜（被パターニング薄膜）の表面に少なくとも1つの剥離可能な膜を形成し、FIBを用いて少なくとも1つの剥離可能な膜及び被パターニング薄膜をパターニングした後、少なくとも1つの剥離可能な膜を除去する。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003067]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都中央区日本橋1丁目13番1号
氏 名 ティーディーケイ株式会社